ChinaXiv合作期刊

心理科学进展 2022, Vol. 30, No. 3, 613–622
Advances in Psychological Science
© 2022 中国科学院心理研究所
https://doi.org/10.3724/SP.J.1042.2022.00613

老年人群的韵律感知*

赵信娴 杨小虎

(同济大学外国语学院，上海 200092)

摘 要 老龄化导致听觉系统、认知功能有所衰退。老年人群的言语理解能力减弱，韵律信息解析存在困难。老年人对重音、语调、语速等语言韵律感知能力退化，对情感韵律的加工也出现问题，特别是消极情绪韵律加工减退较快。老年疾病进一步加深韵律加工难度，韵律感知呈现出与特定疾病的相关性。未来研究需考察不同语言背景老年人群的韵律感知表现与机制、复杂交流环境的影响、韵律感知障碍对老年疾病的预测、韵律感知的早期干预与复健等问题。

关键词 韵律感知，老龄化，老年疾病，情绪

分类号 B844

chinaXiv:202303.09742v1

1 引言

近年来，全球老龄化现象越来越明显，学界高度重视老龄化带来的生理、心理等问题，但对老年人群的言语能力研究相对缺乏。言语交流对建立和维持社交网络、保持身心健康都十分重要，但言语理解困难一直是老年人在日常交流中存在的问题(Jerger et al., 1989)。

在言语交流过程中，声音进入人耳后，从低水平的听觉信号处理，进一步传播至大脑听觉皮层，进行高水平认知活动，转化为信息储存在记忆中，这其中任一环节出现问题都会引起言语理解障碍，如：衰老导致的周围性听力损失、与时频解析相关的中枢神经退化(Cuda et al., 2021)，以及认知机制的衰退，包括心理操作速度下降(Ungan et al., 2020)、注意力系统老化(Lee & Kim, 2016)、工作记忆和认知控制能力减弱(Rönnberg et al., 2016)等。此外，由老年疾病引起的言语加工能力衰退更加明显且更复杂。再者，困难的加工任务、复杂的听力环境(van Knijff et al., 2018)等外部因素也加大老年人言语理解的障碍。老年人各类语言功能的衰退并不同步，尽管词汇知识、基本句法加工等核心语言能力有所保留(Shafto & Tyler, 2014)，但在语音加工中出现诸多困难，除了元音(如 Chintanpalli et al., 2016)和辅音(如 Giroud et al., 2017)等音段层面的问题，韵律层面也有较大退化(Rothermich et al., 2021)。本文着重关注老年人韵律层面的感知加工问题。

韵律(prosody)感知缺陷会对言语交际的各方面产生负面影响。广义的韵律包括肢体语言、手势语等；狭义的韵律只与语音相关，描述话语格律和语调结构，能够反映说话人的情绪特征、语义焦点、述清歧义等(Cooper & Sorensen, 1981)。本文讨论的是狭义的韵律。韵律可分为语言韵律(linguistic prosody)与情感韵律(affective prosody) (Dupuis & Pichora-Fuller, 2010)，语言韵律与情感韵律具有类似的语音特征，如响度(loudness)、音高(pitch)、语速(tempo)，表现为音强、频率和时长等声学成分。语言韵律包括语音的音高曲拱、单词重音、句法停顿、言语节奏、声调等方面，标记句子成分的内部结构，还能消除歧义。情感韵律指言语活动中赋予词或句子的情感内涵，通过音调、节奏、响度和音质的变化传递说话人的情绪信息和态度信息，因此又分为情绪韵律(emotional prosody)和态度韵律(attitudinal prosody)。语言韵律和情感韵律共同促进听者的言语理解。老年人的韵律感知能力减退，健康老年人群对语言韵律和情感韵律的感知处理表现存在差异(Mitchell

收稿日期：2021-04-22
* 国家社会科学基金一般项目(17BYY165)资助。
通信作者：杨小虎, E-mail: sherwoodyxh@126.com

ChinaXiv合作期刊

et al., 2011)，这一差异在老年病患者中更加明显(Misiewicz et al., 2018)。本文将在回顾并分析国内外老年人韵律感知研究成果的基础上，审视健康老龄化及老年疾病对韵律感知的影响，并探讨可进一步考察的系列问题，以期为学界提供参考。

2 老年人群的语言韵律感知

老年人的语言韵律辨认存在障碍，特别是当说话人的音高、响度、语速异常时，老年人的感知正确率下降、反应时延长(Wingfield et al., 2005)。

2.1 语言韵律的感知表现

老年人的音高感知能力有所衰退。Wingfield 等人(1989)曾用听觉言语回忆决策任务考察老龄化对英语语调曲拱感知的影响。该研究的实验语料为音高曲拱正常语句和音高曲拱异常语句，后者类似列举句，其语调曲拱表现为无音强音高变化、每个单词均重读等，被试听完语料后进行回忆。结果显示，相比年轻人，正常老化人群在音高曲拱异常任务中的表现更差。Hui 和 Arai (2019)对日语长短元音的音高连续统感知进行探究后也发现，约一半老人在时长线索不可靠时，对音调的敏感性显著低于年轻人，这都表明音高感知存在年龄差异。同时，老年疾病加大语调理解难度。患有听觉处理障碍(auditory processing disorders, APD)的老年人在判断德语句子的陈述/疑问语调时，识别正确率显著低于健康老人(Meister et al., 2009)。帕金森病(Parkinson’s disease, PD)患者也会伴有运动功能减退构音障碍(hypokinetic dysarthria), Martens 等人(2016)分别采用辨别(discrimination)和识别(identification)实验探讨认知能力正常的轻中度 PD 患者对荷兰语焦点信息、陈述/疑问语调的听知觉和理解正确率。结果显示，PD 患者和健康老人的韵律听知觉能力都好于韵律理解能力。PD 患者对焦点和语调的听知觉能力、对语调的理解能力都与健康老人相似，PD 患者的语言韵律理解障碍在于对焦点信息的理解存在问题。此外，脑卒中(cerebral stroke)也影响老年人语言韵律感知，患者的注意力控制障碍与音高曲拱正常句音高模式的理解障碍相关，工作记忆障碍与音高曲拱异常句的语调曲拱理解障碍相关(LaCroix et al., 2019)。阿尔茨海默病(Alzheimer’s disease, AD)同样影响韵律理解，AD 患者对陈述/疑问语调(Cadieux & Greve, 1997)、乐音的音高曲拱(Arroyo-Anlló et al., 2019)等的感知能力显著弱于健康老人。

老年人语言韵律感知减退也体现在对重音的识别上。Meister 等人(2009)研究德语简单句的重音，发现健康中、老年人对简单句子重音的平均识别正确率可达到 98%，而佩戴人工耳蜗的中、老年 APD 患者的平均正确率仅为 73%，两者间存在显著差异；患者内部也存在很大差异，感知表现与耳蜗植入时长相关，这一点在 Huang 等人(2017)利用眼动追踪技术探讨英语重音的实验中也得到证实。此外，在噪音环境下，耳蜗植入者识别语言韵律的障碍更大(van Zyl & Hanekom, 2013)。同时，Martens 等人(2016)还考察了 PD 患者对单词重音的感知情况，所有被试的简易精神状态评分量表(Mini-Mental State Estimation, MMSE)得分都高于 27 分。结果发现 PD 患者的重音听知觉能力也与健康老人相似，语言韵律的理解障碍仍在于理解焦点信息的困难，那么这种障碍是由于帕金森病还是老龄化自身引起的呢？有学者对 MMSE 得分划分标准为 23 (Lloyd, 1999)、24 (Pell, 1996)、25 (Ventura et al., 2012)以上的 PD 患者进行韵律感知探究，这些实验发现 PD 患者的韵律听知觉和理解能力与健康老人之间存在更大差异，但是这些被试的语言韵律感知正确率均显著低于年轻人，PD 患者的语言韵律理解障碍更有可能是由于老龄化引起的认知能力衰退所致。

老年人感知异常语速时也存在障碍。上述听觉言语回忆任务也被 Wingfield 等人(1992)用来考察老龄化对语速感知的影响，语料呈现速率包括原速、80%原速与 60%原速。研究发现老年人和年轻人在语速加快时回述正确率均降低，但老年人的回述正确率比年轻人更易受语速过快的不利影响。Rabelo 等人(2020)曾探讨认知能力与时长模式序列加工的关系，发现老年人对于时长模式的感知主要与自身的视觉空间能力相关，老年女性的感知表现又和注意力、工作记忆等相关，可见老年男性与女性在感知时长模式时使用不同的认知策略。Rossi-Katz 和 Arehart (2009)曾考察健康老年人与 PD 患者对语速变化连续统的感知情况，此连续统的步长为 10%语速，由原语速的 50%递增至 150%，发现两组被试在连续统上的识别准确率都呈“倒 U 型”曲线，都在语料为原速时

chinaXiv:202303.09742v1

ChinaXiv合作期刊

感知正确率最高，语速过快或过慢都不利于语义信息的识别，且 PD 患者在所有语速上的感知表现都显著低于健康老人。

关于老年人语言韵律感知的探索还体现于对普通话声调感知的考察。汉语是声调语言，汉语的声调不仅带有音位性质，同时还是韵律研究的一部分(林焘，王理嘉，2013)，对言语理解十分重要。Wang 等人(2017)分析了年轻人与老年人对阳平与上声的范畴化感知模式，发现相比年轻人，老年人的识别函数呈现更缓斜率、辨别函数呈现更低峰值，表现出更差的声调范畴化感知能力。汪玉霞等人(2019)还发现，老年人感知元音音段的表现最佳、声调次之、感知元音+声调的组合最困难，表明老龄化带来整合多种信息的困难。另外，该研究还指出，在噪音条件下，老年人的声调感知受到更大负面影响，尤其是语音噪音带来的能量掩蔽和信息掩蔽对老年人的影响都显著大于年轻人。

2.2 语言韵律感知的神经机制

一些功能磁共振成像(functional Magnetic Resonance Imaging，fMRI)研究表明，对年轻人来说，后侧颞上沟(posterior superior temporal sulcus，pSTS)、前侧颞上沟(anterior superior temporal sulcus，aSTS)等在语言韵律感知任务中呈现右偏侧化模式(Sammler et al., 2015)。Hurschler 等人(2015)的实验也曾表明，年轻人的大脑分工符合“时间不对称抽样假说(The Asymmetric Sampling in Time hypothesis，AST)”，左侧听皮层擅长处理音段加工相关的时间精细结构信息，右侧听皮层擅长加工与韵律等超音段信息有关的时间包络线索。Keller 等人(2019)利用 fMRI 和结构磁共振成像(structural Magnetic Resonance Imaging，sMRI)技术检验该假设中的韵律信息右偏侧化在老年人中是否成立，结果显示，与年轻人不同，老年人的赫氏回(Heschl’s gyrus，HG)、颞平面(planum temporale, PT)、后侧颞上回(posterior lateral superior temporal gyrus，pSTG)均未表现出显著的右偏侧化趋势。

Wang 等人(2006)采用事件相关电位(Event-Related Potentials，ERPs)记录老年人加工双音节重音的神经表现，实验采用 Oddball 范式，观察失匹配负波(mismatch negativity，MMN)和 P3a 的波幅变化，发现年轻人在感知重读第一音节与重读第二音节时均诱发出 P3a 成分，而老年人仅在感知重读第二音节时诱发出 P3a 成分，两组被试在感知重读第一音节时诱发的 MMN 幅度均低于重读第二音节，表明正常老化人群保留韵律感知的自动加工能力，而老年人未能在重读第一音节时诱发 P3a 成分很可能是后向掩蔽(backward masking)和老龄化引起的时间编码效率低下的共同作用。Giroud 等人(2019)采用辨别任务和被动 Oddball 范式，运用 fMRI 与脑电图(Electroencephalogram，EEG)技术测量老年人对词重音和基频感知的行为与神经生理敏感性，结果表明，老年人感知重音时表现出更高的神经敏感性。同时，老年人听觉相关区域的皮质厚度比年轻人更低，表明衰老导致神经元的丢失。对老年人而言，右侧听觉区域颞上沟皮质越厚，基频辨别能力越好；左侧听觉区域的皮质表面积越大，语言韵律线索的敏感性越高。

对于老年人语言韵律加工的神经机制研究也体现在对语速的探索中。Peelle 等人(2010)运用 fMRI 技术检测老年人在 80%原速、65%原速、50%原速等不同语速条件下的神经活动后发现，高语速下，额下回激活程度和脑区功能连接越高的老年人，言语理解准确率越高、反应时越短。

总体看来，与正常衰老和老年疾病相关的语言韵律感知研究已在多种语言中展开，并且探讨了音调、语调、重音、语速、声调等不同维度的语言韵律，结合了行为和神经科学实验，发现老人神经生理的退行性导致时频线索处理能力衰退，且老年疾病加大衰退程度，但是由于实验材料和实验手段的差异，同时神经机制研究范围相对较小，关于老年人语言韵律加工的偏侧化变化尚无统一结论。此外，已有研究在实验设计中也存在一些不足，如：被试的选择存在局限，多数研究挑选的被试需符合特殊要求，例如需通过韦氏成人智力测验、艾蒙快测(Ammon’s Quick Test)等并获得高分(Wingfield et al., 1989)，导致被试数目较少、年龄跨度不大、被试背景单一，如：LaCroix 等人(2019)的实验仅有 7 名老年被试，不能系统地体现老年各阶段的韵律感知模式。实验程序存在缺陷，部分较早的研究没有统一测量被试的听力阈限(Wingfield et al., 1989; 1992)，导致除去被试主观自我报告外，没有能表明听力能力的实验证据。实验刺激设计也有不足，部分语音刺激脱

chinaXiv:202303.09742v1

ChinaXiv合作期刊

离老年人生活实际、或实验程序较复杂(Rossi-Katz & Arehart, 2009)，导致老年人言语理解表现较差的原因模糊不清，不能判断是否直接与语言韵律感知能力相关。

3 老年人群的情感韵律感知

学界对于老年人的情感韵律加工存在不同看法。有研究认为，情感信息的感知和记忆都强于无情感附加的信息(Mammarella et al., 2013)。也有观点认为，老年人在中性语料中能记住的单词比在其他情绪语料中更多，说明听话人不仅需要加工词汇信息，也需加工积极或消极情绪，而加工中性情绪所耗费的精力则较少(Fairfield et al., 2017)。

3.1 情感韵律的感知表现

对老年人情感韵律感知的研究最常见于对情绪韵律的考察。最早探究的是“高兴、悲伤、愤怒”等情绪韵律类型，Brosgole 和 Weisman (1995)曾探究这三种情绪在生命全程中的感知情况。被试在听到含有情绪韵律的句子后需命名情绪或选择符合的表情图片，结果发现识别正确率从中年(45岁)开始出现下降趋势，老年组错误率最高；命名和选择愤怒情绪韵律的错误率最高，在老年人中尤为明显。老年人似乎不能胜任听觉情感的识别，最易将愤怒情绪韵律混淆成高兴情绪韵律(Cohen & Brosgole, 1988)。研究者还探索老龄化对“恐惧、厌恶、讽刺”等情绪韵律感知的影响。Morneau-Sévigny 等人(2014)研究法语语音片段中的情绪韵律，发现 80%老年人能准确识别至少 20.5%的情绪，对厌恶情绪韵律的识别能力最差。当然，也有观点认为，老年人与年轻人的情绪韵律识别差异不只是老年人听觉能力退化的结果，也可能是情绪和认知在生命全程中发生了转变(Sen et al., 2017)。情绪感知受到听觉能力的显著调节作用，听力损失会降低情绪韵律感知能力，老年 APD 患者的正确率更低、反应时更长(Christensen et al., 2019)。并且，在一项关于老年耳鸣(tinnitus)患者的研究中发现(Oron et al., 2020)，由于患者感知到的韵律线索减少、自身认知能力减弱等可能性，耳鸣也影响韵律通道的整合。

研究者还将情绪韵律与语义理解结合起来考察。廖庆燕(2011)曾探讨普通话词汇中“高兴、悲伤”的情绪语义与情绪韵律感知自动化的老化效应，发现老年人情绪韵律感知的自动化程度较低，韵律任务中的韵律与语义正确率和反应时的交互作用显著低于其在语义任务中的交互作用。Sober 等人(2016)考察情绪韵律效价和情绪语义效价对单词回述正确率的影响，发现年轻人对带有积极情绪韵律的单词回述表现最好；老年人对含有积极情绪语义的单词回述正确率最高，对同时含有积极情绪韵律与消极情绪语义的单词的回述表现最差。

Koff 等人(1999)检测轻中度 AD 患者对英语中情绪语义音频与情绪韵律音频的感知情况，发现 AD 患者对情绪韵律的感知表现与健康老人相似，对情绪语义的感知准确率显著不如健康组。再者，当结合语义内容和韵律线索识别情绪时，AD 组的表现更差(Horley et al., 2010)，证明 AD 患者在只加工情绪韵律信息时并未表现出明显缺陷，早期 AD 患者的情绪韵律感知策略与健康组相似，都采取语速和模式(mode)作为理解线索(Gagnon et al., 2011)。也有研究者(Tosto et al., 2011)认为，情绪韵律理解障碍在疾病早期就已出现，情绪韵律感知困难继发于认知功能的受损。还有研究认为, AD 患者确实存在情绪韵律感知的缺陷，但原因不同，右半球受损的感知觉缺陷是独立于语言和记忆的情绪处理，而左半球受损则导致情绪命名的障碍(Cadieux & Greve, 1997)，因而学界对 AD 症患者的情绪韵律感知与认知受损的关系尚未有统一结论。

听觉环境也影响老年人情绪韵律感知表现。噪声对老年人识别积极情绪韵律的负面影响最为显著，但对愤怒情绪韵律的识别准确率没有影响，这是因为即便在安静环境下，老年人识别愤怒情绪韵律也存在很大障碍，产生了地板效应(Dmitrieva & Gel’man, 2011)。Pichora-Fuller 等人(2016)发现，老年人在语音噪音中的表现显示出特定的情绪效应，在恐惧或惊喜情绪中的言语重复和回述正确率最高，在悲伤情绪中的回述正确率最低。日常交流中，老年人不仅需要更优的信噪比环境，所需的心理投入(mental effort)也比年轻人更多(Wingfield et al., 2005)。

目前对态度韵律的研究较少。van Zyl 和 Hanekom (2013)对耳蜗植入老人的研究表明，耳蜗植入老人对“笃定、迟疑”等态度韵律的感知显著弱于其对元音音段信息的感知。总体而言，若

chinaXiv:202303.09742v1

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.09742v1

听话人不能理解说话人的情绪或态度，则会在交流中产生误解，影响社交与生活质量，听障会使患者有意减少社交接触(Durai et al., 2017)。

3.2 情感韵律感知的神经机制

有 fMRI 研究(Seydell-Greenwald et al., 2020)表明，年轻人在加工情绪韵律时，大脑右半球的额颞叶得到激活，还唤起了额下回眶部、杏仁核以及前脑岛的双侧激活。Leung 等人(2017)曾用音频与面部表情匹配任务探讨左右脑半球受损的脑卒中患者对情绪韵律的感知情况，发现脑卒中，尤其是右脑损伤患者的匹配结果显著弱于健康组，表明大脑右半球主要参与情绪韵律感知。并且，对缺血性脑卒中患者行磁共振弥散加权成像(diffusion-weighted imaging，DWI)检查的研究进一步表明，右半球腹侧颞上回后部(pSTG)是情绪韵律识别发生的关键区域(Sheppard et al., 2020)。但同时，Leung 等人(2017)的实验还表明，左脑损伤的患者在情绪韵律识别上也存在一定障碍。因此，情绪韵律感知主要发生在右脑的特定区域，但左脑也有涉及。可见，老年人群的情绪韵律加工困难，在大脑神经机制上也有所体现。

Demenescu 等人(2015)也采用 fMRI 技术，运用 Oddball 范式进行了一项从成年期到老年期的纵向研究，检测情绪韵律处理的神经相关性，标准刺激为带有中性情绪的假词，偏差刺激为带有愤怒、悲伤、高兴情绪韵律的假词，结果验证了情绪韵律加工的自动编码；还发现随着年龄的增加，右侧颞上回对悲伤情绪刺激的反应呈线性下降趋势，对高兴情绪的反应呈非线性下降趋势。并且，该研究认为，情绪韵律线索加工的老化衰退在听觉皮层信息加工的早期自动阶段就已出现。而对 PD 患者的 ERPs 研究也发现(Schröder et al., 2006)，在被动聆听过程中，患者对非中性情绪感知的 MMN 幅度降低，说明 PD 患者对情绪韵律早期听觉感知的前注意功能受损。

研究者还对特发性帕金森病患者的情绪韵律感知有兴趣，特发性帕金森病(idiopathic PD)的一个显著特征是运动症状的不对称性，纹状体功能受损程度最大的脑半球会引发对侧身体的运动障碍。Garrido-Vásquez 等人(2013)通过 ERPs 技术检测这种非对称性是否会影响情绪韵律感知。实验在真/假词句子以及显性/隐性指导语条件下考察“愤怒、厌恶、恐惧、高兴、中性”等情绪韵律感知，发现相比健康老人，特发性帕金森病患者在含有词汇信息的真词句子中的加工表现中存在缺陷，对于假词句子的加工能力近乎完整保留；左侧运动障碍患者在情绪韵律的加工过程中诱发的 P200 波幅更高，并且在厌恶、显性指导语下的愤怒、隐性指导语下的高兴情绪加工中表现出严重缺陷；P200 波幅与左侧运动障碍评分和不对称指数显著相关，表明帕金森病引起神经元衰退的不对称性，进而影响情绪韵律加工。

综上，老年人的情感韵律感知出现较大障碍，在消极情绪上的表现尤为明显，神经机制证据表明情绪韵律加工主要在右脑颞上回进行，感知能力与特定疾病相关联。但已有研究还存在一些不足，如研究者对被试的听力损失程度、病理分期进行分类，较为系统地阐述了不同阶段病理的韵律感知衰退情况，但仍存在被试数目较少的问题。同时，在对老年病患者的研究中，研究者较少对病人年老化程度做细致分组，这就导致病理性作用还是年龄作用的分界较为模糊。再者，对老年病患者的研究集中在对英语等西方语言的研究，对汉语的研究较少。此外，也存在实验刺激和研究手段方面的问题，比如单纯借用乐音节奏或调式的不同代表积极或消极情绪(Gagnon et al., 2011)的合理性有待进一步探讨等。

4 韵律感知的复健

对于老年人表现出的韵律感知缺陷，听力康复专家、临床医生早已寻求提升手段。选择之一就是佩戴助听器，通过调节信噪比提高外周听力处理表现，减少患者的听配能(listening effort)支出(Hornsby, 2013)，以更好地分配认知资源(Jayakody et al., 2020)，有利于加工韵律线索，从而促进言语理解。但是，助听器似乎并不能显著提升对情感韵律的理解能力，佩戴助听器的老人对情绪韵律的识别准确率仍低于健康老人(Ruiz et al., 2020)，与佩戴助听器前相比并没有显著提高(Legris et al., 2021)。因此，为使干预效果最大化，在选择助听器时需考虑患者的认知能力，分析交流目标和听力任务中的资源分配。未来的语音感知技术开发应结合患者的听力偏好和听力策略，最大程度上缓解音段信息加工压力，从而提高韵律信息处理的认知资源。

除此以外，也可以通过干预训练提高老年人

ChinaXiv合作期刊

的语言韵律感知能力。Lo 等人(2015)发现，通过训练简单旋律与标注曲拱走势图片的匹配能力，耳蜗植入老人对陈述/疑问语调的辨别能力在 6 周后就能得到显著提高。此外，还可通过词汇识别训练提高助听器佩戴者的音段感知水平(Burk et al., 2006)，从而增加韵律信息的认知处理资源。当然，也有的听觉训练模式并未达到理想效果(如 Saunders et al., 2016)，因而有关训练范式还需进一步探讨。

同时，在情感韵律的感知上，已证实通过视听图片、单词、句子等蕴含情感信息的材料的手段，老年人对语料的记忆力能够得到普遍提升(如 Fairfield et al., 2015)，在情感信息材料的刺激下，衰老过程中的情绪韵律处理能力不仅得以有效保存，甚至可能得到改善(Ponzio & Mather, 2014)，因而训练老年人的情感识别能力也会对情感韵律的加工产生一定帮助。

5 总结与展望

有效的交际需要听话人迅速发现命题内容，并在信息或语篇层面组织成高阶连贯结构，韵律的听知觉与理解是这一过程中的重要部分。老龄化在引起听觉能力、认知控制等功能下降的同时，还导致一系列老年疾病，使得老年人群对语言韵律与情感韵律的知觉与理解受到较大影响。老龄化程度越深、疾病严重程度越高、听力条件越复杂、听力任务越难，韵律处理效力就越低。

综合已有文献可以看出学界对于老龄化对韵律感知的影响研究开展较早，尤其是老年病患者的语言韵律与情绪韵律感知的探索相对充分，对不同语言背景、复杂听力环境、现代脑科学技术手段的应用等方面都给予高度重视，但是仍有一些问题值得探索。

首先，普通话背景、不同方言背景的老龄人群的韵律感知有待更深入的考察。汉语属于声调语言，这一特性凸显了韵律研究的重要性，如 Wang 等人(2018)的语音产出实验发现普通话情绪韵律的起伏度不如英语，认为是由于汉语声调的存在限制了音高的变化。那么在语言韵律和情绪韵律的感知中，这种声调限制是否仍存在、老年人与年轻人的表现是否有差异等问题还待探讨。此外，汉语方言众多，声调数目、类型等大不相同，在这方面也有很大研究空间。

其次，不同教育背景、病理背景的老龄人群的韵律感知尚待探讨，而国内对此的关注远远不够。现有大部分研究都集中于对年轻被试的考察(雷震 等, 2021)，在仅有的老龄化研究中，老年被试的普通话能力较高、教育背景、认知功能等较好(肖容 等, 2020)，因此有关结果仅能代表少数正常衰老人群的韵律感知现状，对于其他老年人的普适性较小。特别是，我国有大量阿尔茨海默病等老年疾病人群、农村老龄人口基数大，这方面的研究空白亟待填补。

再者，基于复杂交际环境的探索有待深入。现有研究的重点在于噪音对信号感知的影响，而日常听力条件复杂多样，说话人的语速或质量(Rossi-Katz & Arehart, 2009)、声源的动态性与空间距离、视听模态的交互(Koff et al., 1999)、听话人的注意力与身体条件、房间的明暗度、词汇的难易等等，任何一个因素都可能对老年人韵律感知产生影响。尤其是对于针对老年人群的特殊交际场景中言语感知的考察值得注意，如老年人通常面对的医患场景、家庭场景等。

另外，韵律感知中出现的困难对老年疾病的早期诊断作用仍然未知。现有研究多是从患病老人的韵律表现出发，寻找可能存在的韵律感知或言语感知障碍，但是对老年人韵律感知认知机制研究不足，尤其是对健康老人的韵律感知模式尚不明确。言语理解的影响因素复杂多变，控制难度较大。已有研究发现言语产出的各声学特征已被用于老年疾病的临床诊断，如通过语音产出的可懂度、迟疑率、谐噪比等前语言障碍预测帕金森病(Kuruvilla-Dugdale et al., 2019)、轻度认知障碍(Asgari et al., 2017)、神经衰弱型疾病(Utianski et al., 2018)等等。也有研究认为，纯音、双耳分听等测试中表现出的言语感知能力衰退为 AD 症的前驱症状(Swords et al., 2018)，但还需进一步探讨有关实施范式、韵律感知困难对老年病的预测能力、韵律将来能否作为早期诊断标记等问题。

最后，对老人的韵律感知早期干预与复健探索也需要拓展。老年人，尤其是老年病患者的韵律感知能力能在多大程度上保持或恢复有待揭示，特别是需要充实面向汉语韵律的康复训练手段。同时，脑科学技术研究已较为成熟，老龄化的研究手段也应相应地更加丰富。此外，针对老年人群的语音信号感知技术的研发不仅要考虑到如何

chinaXiv:202303.09742v1

ChinaXiv合作期刊

提升信号的可听性，还要思考如何减少听者信息加工过程中的压力。因此，综合运用跨学科的手段和理论，结合我国的语言实际、老龄人口实际，多维度推进汉语韵律感知的老龄化研究，值得学界关注。

参考文献

雷震，毕蓉，莫李澄，于文汶，张丹丹. (2021). 外显和内隐情绪韵律感知的脑机制：近红外成像研究. *心理学报, 53*(1), 15–25.

廖庆燕. (2011). *情绪语义与情绪韵律感知自动性的老化效应* (硕士学位论文). 浙江师范大学，金华.

林焘，王理嘉. (2013). *语音学教程.* 北京：北京大学出版社.

汪玉霞，杨小虎，刘畅. (2019). 噪音背景下老龄化对汉语语音感知的影响. *语言文字应用,* (1), 56–65.

肖容，梁丹丹，李善鹏. (2020). 汉语普通话声调感知的老年化效应：来自 ERP 的证据. *心理学报, 52*(1), 1–11.

Arroyo-Anlló, E. M., Dauphin, S., Fargeau, M. N., Ingrand, P., & Gil, R. (2019). Music and emotion in Alzheimer's disease. *Alzheimer's Research & Therapy, 11*, Article 69. https://doi.org/10.1186/S13195-019-0523-Y

Asgari, M., Kaye, J., & Dodge, H. (2017). Predicting mild cognitive impairment from spontaneous spoken utterances. *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions, 3*(2), 219–228.

Brosgole, L., & Weisman, J. (1995). Mood recognition across the ages. *International Journal of Neuroscience, 82*, 169–189.

Burk, M. H., Humes, L. E., Amos, N. E., & Strauser, L. E. (2006). Effect of training on word-recognition performance in noise for young normal-hearing and older hearing-impaired listeners. *Ear and Hearing, 27*(3), 263–278.

Cadieux, N. L., & Greve, K. W. (1997). Emotion processing in Alzheimer's disease. *Journal of The International Neuropsychological Society, 3*(5), 411–419.

Chintanpalli, A., Ahlstrom, J. B., & Dubno, J. R. (2016). Effects of age and hearing loss on concurrent vowel identification. *Journal of the Acoustical Society of America, 140*(6), 4142–4153.

Christensen, J. A., Sis, J., Kulkarni, A. M., & Chatterjee, M. (2019). Effects of age and hearing loss on the recognition of emotions in speech. *Ear and Hearing, 40*(5), 1069–1083.

Cohen, E. S., & Brosgole, L. (1988). Visual and auditory affect recognition in senile and normal elderly persons. *International Journal of Neuroscience, 43*, 89–101.

Cooper, W. E., & Sorensen, J. M. (1981). *Fundamental frequency in sentence production*. Berlin: Springer-Verlag.

Cuda, D., Ghiselli, S., & Murri, A. (2021). Evaluation of the efficacy of hearing aids in older adults: A multiparametric longitudinal study protocol. *BMC Age-relateds, 21*(1), Article 107. https://doi.org/10.1186/S12877-021-02033-Z

Demenescu, L. R., Kato, Y., & Mathiak, K. (2015). Neural processing of emotional prosody across the adult lifespan. *BioMed Research International, 2015*, Article 590216. https://doi.org/10.1155/2015/590216

Dmitrieva, E. S., & Gel'man, V. I. (2011). Perception of emotional intonation of noisy speech signal with different acoustic parameters by adults of different age and gender. *Zhurnal Vyssheĭ Nervnoĭ Deiatelnosti Imeni I P Pavlova, 61*(3), 306–316.

Dupuis, K., & Pichora-Fuller, M. K. (2010). Use of affective prosody by young and older adults. *Psychology and Aging, 25*(1), 16–29.

Durai, M., O'Keeffe, M. G., & Searchfield, G. D. (2017). The personality profile of tinnitus sufferers and a nontinnitus control group. *Journal of the American Academy of Audiology, 28*(4), 271–282.

Fairfield, B., Domenico, A. D., Serricchio, S., Borella, E., & Mammarella, N. (2017). Emotional prosody effects on verbal memory in older and younger adults. *Aging Neuropsychology and Cognition, 24*(4), 408–417.

Fairfield, B., Mammarella, N., Domenico, A. D., & Palumbo, R. (2015). Running with emotion: When affective content hampers working memory performance. *International Journal of Psychology, 50*(2), 161–164.

Gagnon, L., Peretz, I., & Fülöp, T. (2011). Musical structural determinants of emotional judgments in dementia of the Alzheimer type. *Psychology of Popular Media Culture, 23*(1), 90–97.

Garrido-Vásquez, P., Pell, M. D., Paulmann, S., Strecker, K., Schwarz, J., & Kotz, S. A. (2013). An ERP study of vocal emotion processing in asymmetric Parkinson's disease. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 8*(8), 918–927.

Giroud, N., Keller, M., Hirsiger, S., Dellwo, V., & Meyer, M. (2019). Bridging the brain structure–brain function gap in prosodic speech processing in older adults. *Neurobiology of Aging, 80*, 116–126.

Giroud, N., Lemke, U., Reich, P., Matthes, K. L., & Meyer, M. (2017). The impact of hearing aids and age-related hearing loss on auditory plasticity across three months – An electrical neuroimaging study. *Hearing Research, 353*, 162–175.

Horley, K., Reid, A., & Burnham, D. K. (2010). Emotional prosody perception and production in dementia of the Alzheimer's type. *Journal of Speech Language and Hearing Research, 53*(5), 1132–1146.

Hornsby, B. W. Y. (2013). The effects of hearing aid use on listening effort and mental fatigue associated with sustained speech processing demands. *Ear and Hearing, 34*(5), 523–534.

chinaXiv:202303.09742v1

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.09742v1

Huang, Y. T., Newman, R. S., Catalano, A., & Goupell, M. J. (2017). Using prosody to infer discourse prominence in cochlear-implant users and normal-hearing listeners. *Cognition, 166*, 184–200.

Hui, C. T. J., & Arai, T. (2019). Elderly listeners' identification of Japanese long vowel pair 'obasan' and 'obaasan' using pitch and duration. *Acoustical Science and Technology, 40*(2), 105–115.

Hurschler, M. A., Liem, F., Oechslin, M. S., Stämpfli, P., & Meyer, M. (2015). fMRI reveals lateralized pattern of brain activity modulated by the metrics of stimuli during auditory rhyme processing. *Brain and Language, 147*, 41–50.

Jayakody, D. M. P., Almeida, O. P., Ford, A. H., Atlas, M. D., Lautenschlager, N. T., Friedland, P. L., … Flicker, L. (2020). Hearing aids to support cognitive functions of older adults at risk of dementia: The HearCog trial-clinical protocols. *BMC Age-relateds, 20*(1), Article 508. https://doi.org/10.1186/S12877-020-01912-1

Jerger, J., Jerger, S., Oliver, T., & Pirozzolo, F. (1989). Speech Understanding in the elderly. *Ear and Hearing, 10*(2), 79–89.

Keller, M., Neuschwander, P., & Meyer, M. (2019). When right becomes less right: Neural dedifferentiation during suprasegmental speech processing in the aging brain. *NeuroImage, 189*, 886–895.

Koff, E., Zaitchik, D., Montepare, J., & Albert, M. S. (1999). Emotion processing in the visual and auditory domains by patients with Alzheimer's disease. *Journal of the International Neuropsychological Society, 5*(1), 32–40.

Kuruvilla-Dugdale, M., Threlkeld, K., Salazar, M., Nolan, G., & Heidrick, L. (2019). A comparative study of auditory-perceptual speech measures for the early detection of mild speech impairments. *Seminars in Speech and Language, 40*(5), 394–406.

LaCroix, A. N., Blumenstein, N., Houlihan, C., & Rogalsky, C. (2019). The effects of prosody on sentence comprehension: Evidence from a neurotypical control group and seven cases of chronic stroke. *Neurocase, 25*(3–4), 106–117.

Lee, S. J., & Kim, H. (2016). Effect of keyword position on sentence recognition under background noise in mild cognitive impairment. *Communication Sciences and Disorders, 21*(3), 515–523.

Legris, E., Henriques, J., Aussedat, C., Aoustin, J.-M., Robier, M., & Bakhos, D. (2021). Emotional prosody perception in presbycusis patients after auditory rehabilitation. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases, 138*(3), 163–168.

Leung, J. H., Purdy, S. C., Tippett, L. J., & Leão, S. H. S. (2017). Affective speech prosody perception and production in stroke patients with left-hemispheric damage and healthy controls. *Brain and Language, 166*, 19–28.

Lloyd, A. J. (1999). Comprehension of prosody in Parkinson's disease. *Cortex, 35*(3), 389–402.

Lo, C. Y., McMahon, C. M., Looi, V., & Thompson, W. F. (2015). Melodic contour training and its effect on speech in noise, consonant discrimination, and prosody perception for cochlear implant recipients. *Behavioural Neurology*, Article 352869. https://doi.org/10.1155/2015/352869

Mammarella, N., Fairfield, B., Frisullo, E., & Domenico, A. D. (2013). Saying it with a natural child's voice! When affective auditory manipulations increase working memory in aging. *Aging & Mental Health, 17*(7), 853–862.

Martens, H., van Nuffelen, G., Wouters, K., & de Bodt, M. (2016). Reception of communicative functions of prosody in hypokinetic dysarthria due to Parkinson's disease. *Journal of Parkinson's Disease, 6*(1), 219–229.

Meister, H., Landwehr, M., Pyschny, V., Walger, M., & Wedel, H. (2009). The perception of prosody and speaker gender in normal-hearing listeners and cochlear implant recipients. *International Journal of Audiology, 48*(1), 38–48.

Misiewicz, S., Brickman, A. M., & Tosto, G. (2018). Prosodic impairment in dementia: Review of the literature. *Current Alzheimer Research, 15*(2), 157–163.

Mitchell, R. L. C., Kingston, R. A., & Bouças, S. L. B. (2011). The specificity of age-related decline in interpretation of emotion cues from prosody. *Psychology and Aging, 26*(2), 406–414.

Morneau-Sévigny, F., Pouliot, J., Presseau, S., Ratté, M.-H., Tremblay, M.-P., Macoir, J., & Hudon, C. (2014). Validation de stimuli prosodiques émotionnels chez les Franco-québécois de 50 à 80 ans. *Canadian Journal on Aging-Revue Canadienne Du Vieillissement, 33*(2), 111–122.

Oron, Y., Levy, O., Avivi-Reich, M., Goldfarb, A., Handzel, O., Shakuf, V., & Ben-David, B. M. (2020). Tinnitus affects the relative roles of semantics and prosody in the perception of emotions in spoken language. *International Journal of Audiology, 59*(3), 195–207.

Peelle, J. E., Troiani, V., Wingfield, A., & Grossman, M. (2010). Neural processing during older adults' comprehension of spoken sentences: Age differences in resource allocation and connectivity. *Cerebral Cortex, 20*(4), 773–782.

Pell, M. D. (1996). On the receptive prosodic loss in Parkinson's disease. *Cortex, 32*(4), 693–704.

Pichora-Fuller, M. K., Dupuis, K., & Smith, S. L. (2016). Effects of vocal emotion on memory in younger and older adults. *Experimental Aging Research, 42*(1), 14–30.

Ponzio, A., & Mather, M. (2014). Hearing something emotional influences memory for what was just seen: How arousal amplifies effects of competition in memory consolidation. *Emotion, 14*(6), 1137–1142.

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.09742v1

Rabelo, M. B., Lopes, M. da S., Corona, A. P., de Carvalho, J. F., & de Araújo, R. P. C. (2020). Habilidades cognitivas e desempenho nos testes de ordenação temporal em idosos. *Audiology - Communication Research, 25*, Article e2272. https://doi.org/10.1590/2317-6431-2019-2272

Rönnberg, J., Lunner, T., Ng, E. H. N., Lidestam, B., Zekveld, A. A., Sörqvist, P., …Stenfelt, S. (2016). Hearing impairment, cognition and speech understanding: Exploratory factor analyses of a comprehensive test battery for a group of hearing aid users, the n200 study. *International Journal of Audiology, 55*(11), 623–642.

Rossi-Katz, J., & Arehart, K. H. (2009). Message and talker identification in older adults: Effects of task, distinctiveness of the talkers' voices, and meaningfulness of the competing message. *Journal of Speech Language and Hearing Research, 52*(2), 435–453.

Rothermich, K., Giorio, C., Falkins, S., Leonard, L., & Roberts, A. (2021). Nonliteral language processing across the lifespan. *Acta Psychologica, 212*, Article 103213. https://doi.org/10.1016/J.ACTPSY.2020.103213

Ruiz, R., Fontan, L., Fillol, H., & Füllgrabe, C. (2020). Senescent decline in verbal-emotion identification by older hearing-impaired listeners–Do hearing aids help? *Clinical Interventions in Aging, 15*, 2073–2081.

Sammler, D., Grosbras, M.-H., Anwander, A., Bestelmeyer, P. E. G., & Belin, P. (2015). Dorsal and ventral pathways for prosody. *Current Biology, 25*(23), 3079–3085.

Saunders, G. H., Smith, S. L., Chisolm, T. H., Frederick, M. T., McArdle, R. A., & Wilson, R. H. (2016). A randomized control trial: Supplementing hearing aid use with listening and communication enhancement (LACE) auditory training. *Ear and Hearing, 37*(4), 381–396.

Schröder, C., Möbes, J., Schütze, M., Szymanowski, F., Nager, W., Bangert, M., … Dengler, R. (2006). Perception of emotional speech in Parkinson's disease. *Movement Disorders, 21*(10), 1774–1778.

Sen, A., Isaacowitz, D., & Schirmer, A. (2017). Age differences in vocal emotion perception: On the role of speaker age and listener sex. *Cognition & Emotion, 32*(6), 1189–1204.

Seydell-Greenwald, A., Chambers, C. E., Ferrara, K., & Newport, E. L. (2020). What you say versus how you say it: Comparing sentence comprehension and emotional prosody processing using fMRI. *NeuroImage, 209*, Article 116509. https://doi.org/10.1016/J.NEUROIMAGE.2019.116509

Shafto, M. A., & Tyler, L. K. (2014). Language in the aging brain: The network dynamics of cognitive decline and preservation. *Science, 346*(6209), 583–587.

Sheppard, S. M., Keator, L. M., Breining, B. L., Wright, A. E., Saxena, S., Tippett, D. C., & Hillis, A. E. (2020). Right hemisphere ventral stream for emotional prosody identification: Evidence from acute stroke. *Neurology, 94*(10), e1013–e1020.

Sober, J. D., van Wormer, L. A., & Arruda, J. E. (2016). Age-related differences in recall for words using semantics and prosody. *Journal of General Psychology, 143*(1), 67–77.

Swords, G. M., Nguyen, L. T., Mudar, R. A., & Llano, D. A. (2018). Auditory system dysfunction in Alzheimer disease and its prodromal states: A review. *Ageing Research Reviews, 44*, 49–59.

Tosto, G., Gasparini, M., Lenzi, G. L., & Bruno, G. (2011). Prosodic impairment in Alzheimer's disease: Assessment and clinical relevance. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences, 23*(2), E21–E23.

Ungan, P., Yagcioglu, S., & Ayik, E. (2020). Effects of aging on event-related potentials to single-cycle binaural beats and diotic amplitude modulation of a tone. *Brain Research, 1740*, Article 146849. https://doi.org/10.1016/J.BRAINRES.2020.146849

Utianski, R. L., Duffy, J. R., Clark, H. M., Strand, E. A., Botha, H., Schwarz, C. G., … Josephsb, K. A. (2018). Prosodic and phonetic subtypes of primary progressive apraxia of speech. *Brain and Language, 184*, 54–65.

van Knijff, E. C., Coene, M., & Govaerts, P. J. (2018). Speech understanding in noise in elderly adults: The effect of inhibitory control and syntactic complexity. *International Journal of Language & Communication Disorders, 53*(3), 628–642.

van Zyl, M., & Hanekom, J. J. (2013). Perception of vowels and prosody by cochlear implant recipients in noise. *Journal of Communication Disorders, 46*(5), 449–464.

Ventura, M. I., Baynes, K., Sigvardt, K. A., Unruh, A. M., Acklin, S. S., Kirsch, H. E., & Disbrow, E. A. (2012). Hemispheric asymmetries and prosodic emotion recognition deficits in Parkinson's disease. *Neuropsychologia, 50*(8), 1936–1945.

Wang, J., Friedman, D., Ritter, W., Bersick, M., & Latif, L. (2006). Aging effects on the ERP correlates of involuntary attentional capture in speech sound analysis. *Neurobiology of Aging, 27*(8), 1164–1179.

Wang, T., Lee, Y., & Ma, Q. (2018). Within and across-language comparison of vocal emotions in Mandarin and English. *Applied Sciences, 8*(12), Article 2629. https://doi.org/10.3390/APP8122629

Wang, Y., Yang, X., Zhang, H., Xu, L., Xu, C., & Liu, C. (2017). Aging effect on categorical perception of Mandarin tones 2 and 3 and thresholds of pitch contour discrimination. *American Journal of Audiology, 26*(1), 18–26.

Wingfield, A., Lahar, C. J., & Stine, E. A. L. (1989). Age and decision strategies in running memory for speech: Effects

ChinaXiv合作期刊

of prosody and linguistic structure. *The Journals of Gerontology, 44*(4), 106–113.

Wingfield, A., Tun, P. A., & McCoy, S. L. (2005). Hearing loss in older adulthood: What it is and how it interacts with cognitive performance. *Current Directions in Psychological Science, 14*(3), 144–148.

Wingfield, A., Wayland, S. C., & Stine, E. A. L. (1992). Adult age differences in the use of prosody for syntactic parsing and recall of spoken sentences. *The Journals of Gerontology, 47*(5), 350–356.

Prosody perception in older adults

ZHAO Xinxian, YANG Xiaohu

(*School of Foreign Languages, Tongji University, Shanghai* 200092, *China*)

Abstract: Age-related degradations, such as hearing loss and cognitive impairments, can interfere with older adults' perception of prosodic information in speech sounds. Older individuals, especially those with age-related diseases, have a diminished ability to decode linguistic prosody. They have difficulty processing pitch contour, word stress, intonation, and speeded utterances. Also, older individuals have deficits in the perception of affective prosody, particularly for the speech conveying negative emotions. Evidence from neural mechanisms shows that age-related diseases, such as idiopathic Parkinson's disease, have specific effects on the processing of prosody comprehension. However, it is still difficult to determine how well older adults who speak Mandarin perform in prosody perception. Thus, further explorations need to address a range of topics such as prosody processing in older adults with different language backgrounds, the effects of complex auditory environments, the neural mechanisms underlying perceptual performance in complex prosodic tasks, the specific prosody processing difficulties associated with age-related diseases, and the rehabilitation of prosody processing ability in older adults.

Key words: prosody perception, aging effect, age-related diseases, emotions

chinaXiv:202303.09742v1

Advances in Psychological Science